



תורת החשמל

להנדסאים וטכנאים – הנדסת אלקטרוניקה

להנדסאים וטכנאים – הנדסת חשמל

להנדסאים – הנדסת מכשור ובקרה

הנחיות לנבחן

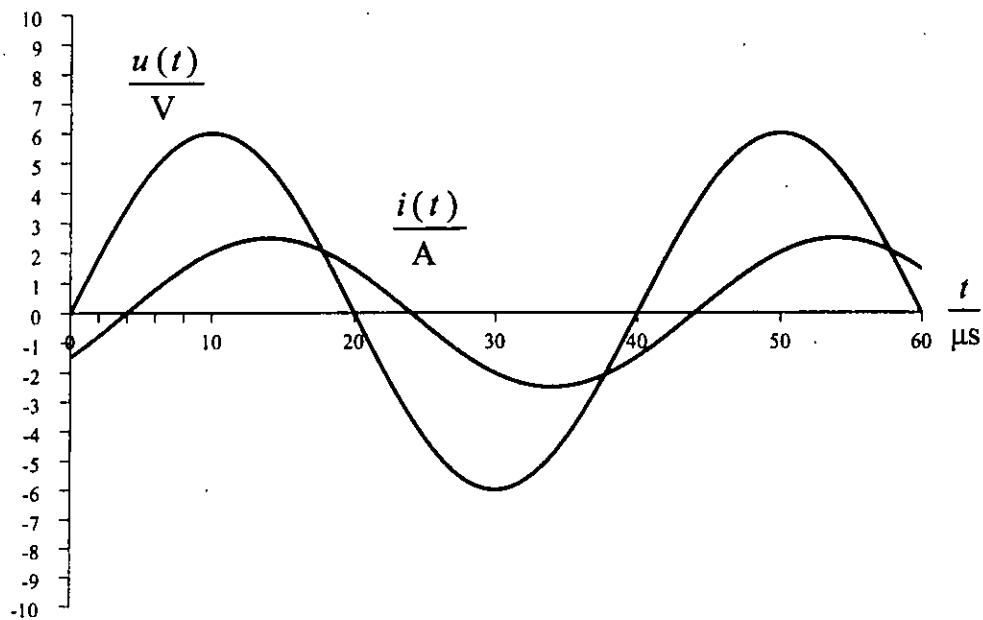
- א. משך הבחינה: ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון 8 שאלות. עליך לענות על 5 שאלות בלבד לבחירתך. כל השאלות שוות בערך – 20 נקודות. בסך הכול – 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש:
 1. מחשבון (אין להשתמש במחשב נייד או במחשב כף יד או במחשבון המאפשר תקשורת חיצונית).
 2. חוברת עזר בתורת החשמל שבהוצאת מה"ט. בחוברת לא יימצא חומר כתוב.
- ד. הוראות מיוחדות:
 1. אם בשאלה לא נאמר אחרת, רכיבי המעגל הם רכיבים להלכה (אידאליים).
 2. חובה לציין את היחידות בכל תוצאת ביניים ותוצאה סופית של החישוב.
 3. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בגמר הבחינה יש לכתוב בעמוד זה את מספרי השאלות שאתה מבקש שמעריכי הבחינה יבדקו. לא ייבדקו תשובות עודפות על הנדרש.
- ה. הוראות כלליות:
 1. יש לקרוא בעיון את כל השאלות.
 2. את התשובות יש לכתוב במחברת **בעט בלבד**, בכתב יד ברור ונקי (גם בכך תלויה הערכת הבחינה).
 3. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה והסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה או הסעיף.
 4. טיוטה תיכתב במחברת הבחינה בלבד. יש לכתוב "טיוטה" ולמתוח קו על הכתוב כדי שלא ייבדק.
 5. יש להציג פתרון מלא ומנומק, כולל חישובים כשצריך. הצגת תשובה סופית ללא דרך הפתרון לא תזכה בניקוד.
 6. אם להערכתך חסר נתון בשאלה, יש לציין זאת בתשובה ולבחור ערך מתאים שיאפשר לך להמשיך בפתרון השאלה. חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!
ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר, אך מכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

ענה על חמש מבין השאלות 1-8 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 1

אות מתח החילופים ואות הזרם של עומס נצפו ונמדדו בו בזמן. תוצאות התצפית והמדידה מוצגות בגרפים שבאיור להלן.



א. (5 נק') מהו זמן המחזור של כל אחד משני האותות שבאיור?

ב. (5 נק') מהו הפרש המופע בין שני האותות שבאיור?

רוצים לתאר את העומס החשמלי באמצעות עכבה שבה התנגדות והיגב המחוברים זה אל זה בחיבור טורי.

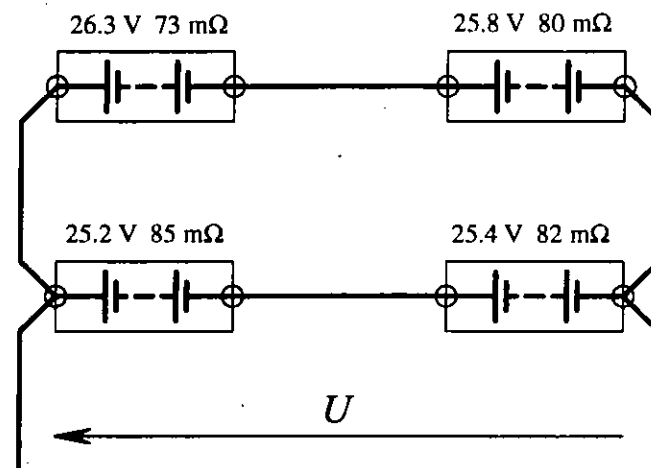
ג. (5 נק') מה הגודל של ההשראות או הקיבול שבעכבה?

ד. (5 נק') מה ההספק הרגעי המרבי בהתנגדות שבעכבה?

שאלה 2

ארבעה מצברים מחוברים זה אל זה חיבור חשמלי על-פי תרשים החיבורים שבאיור - יחד הם מהווים סוללת מצברים.

נתון המתח הכתוב מעל לסמל של כל מצבר הוא הכוח האלקטרו מניע (כא"מ) של המצבר; נתון ההתנגדות הוא ההתנגדות הפנימית של המצבר.



- א. (6 נק') כאשר אין עומס חשמלי חיצוני מחובר לסוללה, מהו הספק איבודי האנרגיה בסוללת המצברים?
- ב. (6 נק') מה צריך להיות גודל המתח של מְטָעֵן סוללת המצברים, כדי שכל המצברים שבסוללה יהיו במצב טעינה?
- ג. (8 נק') מה הגודל של התנגדות העומס החשמלי שיש לחבר אל הסוללה, כדי שכל המצברים שבסוללה יפעלו במצב של מקור אנרגיה?

שאלה 3

סליל בנוי 180 כריכות של מוליך מבודד; הכריכות מלופפות על מסגרת מלבנית העשויה חומר פרומגנטי. אורך מסלול השטף המגנטי שבחומר הפרומגנטי הוא 0.120 m ושטח החתך של המסלול הוא $3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$. במסגרת המלבנית, בניצב למסלול השטף המגנטי, יש חריץ אוויר שאורכו 0.2 mm.

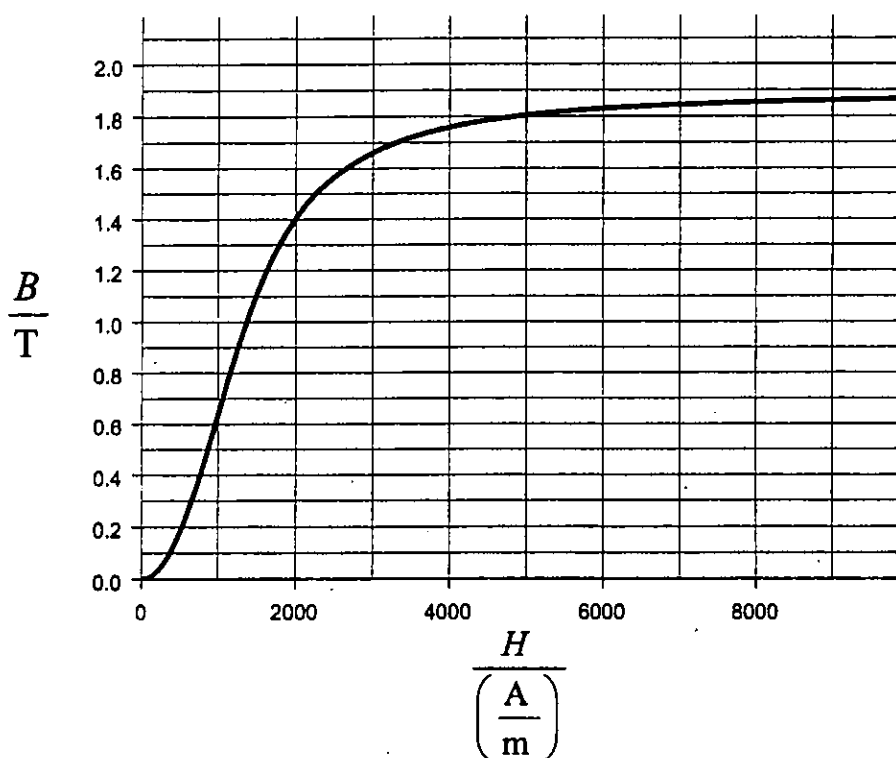
- (5 נק') א. סרטט תרשים המתאר את הסליל לפי הפרטים שלעיל.
ציין על התרשים שסרטטת איזה חלק של הסליל תורם למיאון, ואיזה חלק תורם להתנגדות.

כשזרם בסליל זרם-ישר שעוצמתו 3.0 A, מדדו את השראות הסליל ומצאו שהגודל שלה 27.6 mH.

- (5 נק') ב. היכן על עקום המגנטו שבאיור, הייתה נקודת העבודה (H_{WP} , B_{WP}) של המעגל המגנטי בזמן המדידה?

- (5 נק') ג. מה היה הגודל של החלחלות היחסית μ_r של החומר הפרומגנטי בזמן מדידת השראות הסליל?

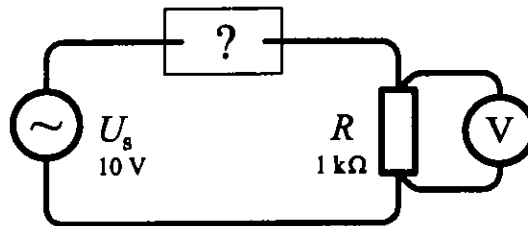
- (5 נק') ד. האם בזמן המדידה של השראות הסליל, החומר הפרומגנטי היה ברוויה מגנטית?



שאלה 4

מקור המתח שבאיור 4.1 הוא מחולל-אות, המפיק מתח חילופים שעוצמתו קבועה ואת התדר שלו אפשר לשנות בתחום רחב.

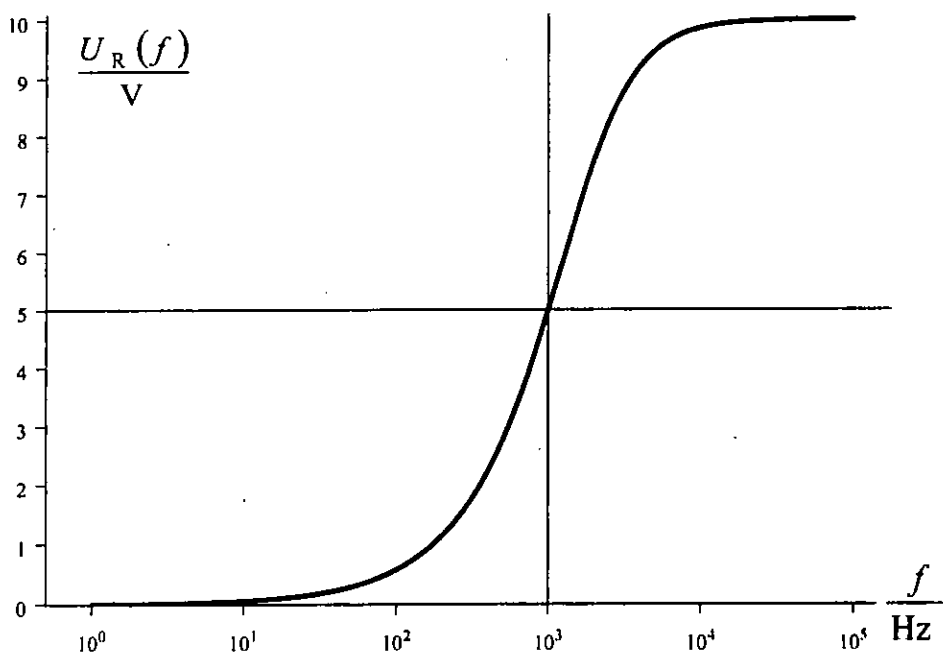
המלבן המסומן בסימן שאלה מציין רכיב מסוים שתכונתו החשמלית יכולה להיות אחת משלוש תכונות: התנגדות או השראות או קיבול. אל הרכיב הזה חיברו נגד בטור, ואת שניהם חיברו למקור המתח, כמתואר בתרשים החיבורים שבאיור 4.1.



איור 4.1

מד-המתח המחובר חיבור מקבילי להדקי הנגד הוא מד-מתח להלכה – מד-מתח שהעכבה שלו גדולה מאוד ואין היא משפיעה כלל על תוצאות המדידה.

בגרף שבאיור 4.2 מוצגות תוצאות המדידה של מד-המתח בתלות בתדר מקור המתח.



איור 4.2

5 נק' א. מה התכונה החשמלית של הרכיב שבמלבן? תשובה שאינה מנומקת תיחשב תשובה לא נכונה.

15 נק' ב. מה הגודל של התכונה החשמלית – התנגדות או השראות או קיבול – של הרכיב שבמלבן?

שאלה 6

מעגל חשמלי בנוי משלושה נגדים ושני מקורות אנרגיה של זרם-ישר.

כל אחד משני מקורות האנרגיה מיוצג באמצעות מקור מתח והתנגדות (פנימית) המחוברים זה אל זה חיבור טורי.

אין במעגל התנגדויות המחוברות זו אל זו חיבור טורי.

אחד הנגדים שבמעגל הוא העומס החשמלי, והתנגדותו $R_{AB} = 8 \Omega$; הוא מחובר בין צומת A לצומת B.

להלן משוואות מתחי הצמתים של המעגל:

$$(0.645 \text{ S}) U_A - (0.125 \text{ S}) U_B = \frac{20 \text{ V}}{2 \Omega}$$

$$-(0.125 \text{ S}) U_A + (0.4 \text{ S}) U_B = \frac{30 \text{ V}}{4 \Omega}$$

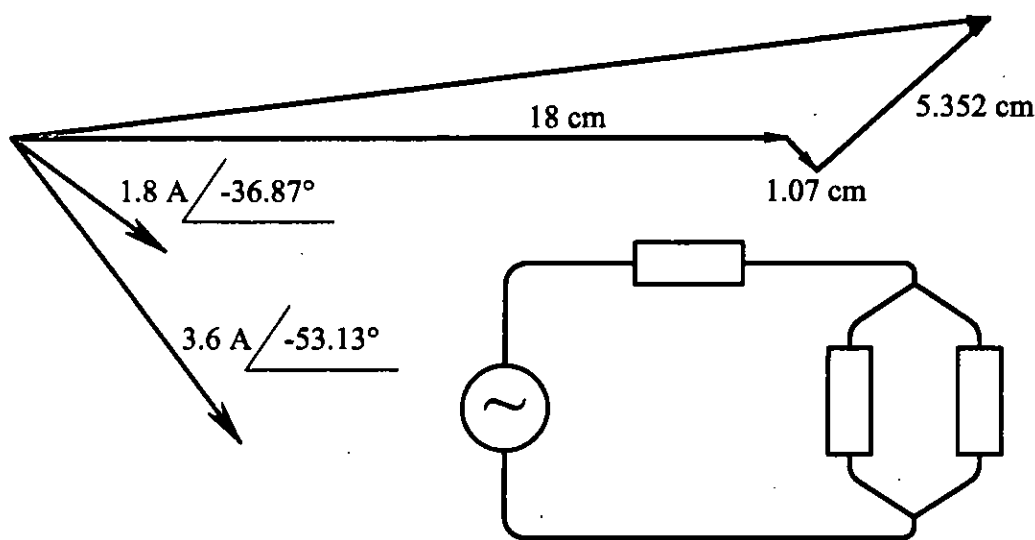
- (2 נק') א. כמה צמתים יש במעגל החשמלי?
- (8 נק') ב. מהי עוצמת הזרם הזורם בעומס החשמלי, ומהי מגמת הזרימה שלו?
- (4 נק') ג. מהו גודל המתח וההתנגדות הפנימית של כל אחד ממקורות האנרגיה?
- (6 נק') ד. סרטט את תרשימים החיבורים של המעגל החשמלי, וציין בסרטוט את הגודל של כל אחד מהנגדים שבמעגל.

שאלה 6

שני מכשירים חשמליים ניזונים ממקור מתח חילופים אחד, לפי תרשים החיבורים שבאיור. העכבה שבין מקור המתח למכשירים היא עכבת מעגל הזינה.

עוד נתונה דיאגרמת המוחגים (פאזורים) של המתחים והזרמים שבמעגל ההזנה של המכשירים.

הזווית של כל אחד ממוחגי הזרם של המכשירים נמדדת מהקו האופקי (הקו שמעליו כתוב 18 cm).
מוחגי המתחים נתונים ביחידות אורך; 1 cm מייצג מתח שגודלו 10 V.



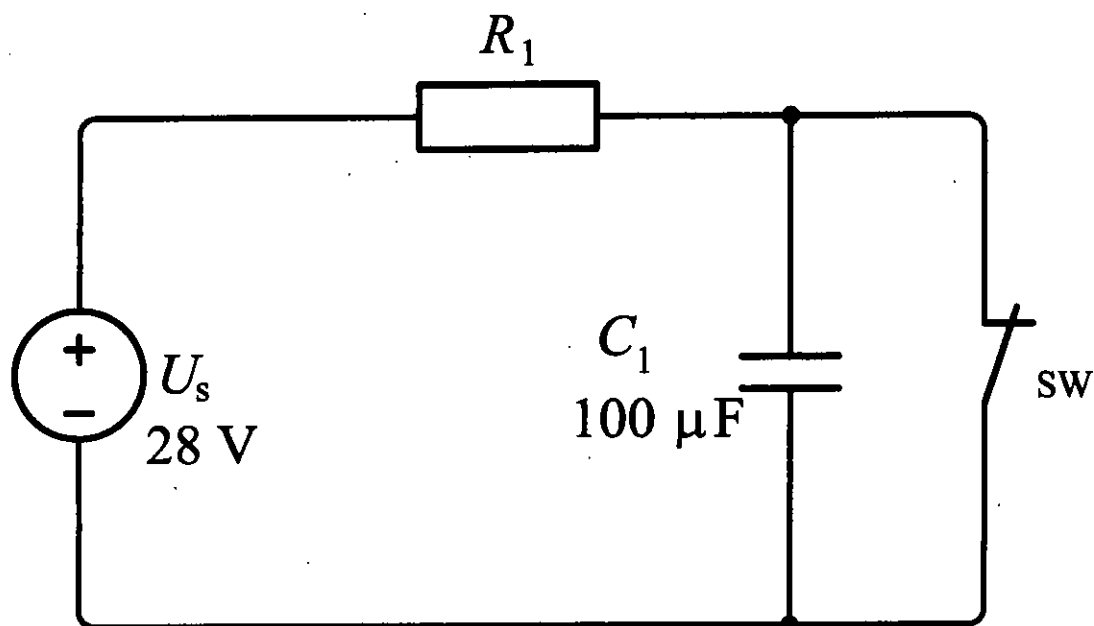
א. (5 נק') מהו גודל המתח שבין ההדקים של שני המכשירים?

ב. (8 נק') מהם נתוני העכבה שבין מקור המתח לשני המכשירים?

ג. (7 נק') מה הגודל של מתח המקור?

שאלה 7

ארבעה רכיבים במעגל שבאיור: מקור מתח, נגד, קבל ומתג.
באופן רגיל המתג נמצא במצב מחובר on, כפי שמתואר באיור.



א. (5 נק') מה המתח שבין הדקי הקבל במצב רגיל?

דרוש שברגע העברת המתג למצב פתוח off זרם הטעינה של הקבל יהיה 0.5 A.

ב. (5 נק') מה צריך להיות גודל התנגדות הנגד R_1 כדי למלא את הדרישה?

ג. (5 נק') כמה זמן יש לחכות, מרגע העברת המתג למצב פתוח, עד שהמתח שבין הדקי הקבל יהיה 20 V ?

ד. (5 נק') מה יהיה הגודל של זרם טעינת הקבל ברגע שהמתח שבין הדקי הקבל יהיה 20 V ?

שאלה 8

עומס השראי ועומס התנגדותי מחוברים זה אל זה חיבור מקבילי, ומוזנים ממקור מתח 50 Hz 230 V .
נתוני העומס ההשראי: 1700 W 230 V , וגורם הספק 0.85 .
נתוני העומס ההתנגדותי: 2500 W 230 V .

- (8 נק') א. מהי עוצמת הזרם הזורם במקור המתח?
- (8 נק') ב. מה הגודל של העומס הקיבולי שיש לחבר במקביל לשני העומסים, כדי שהזרם במקור המתח יהיה הזרם המזערי האפשרי! את התשובה יש לתת ביחידות הספק היגבי וביחידות קיבול.
- (4 נק') ג. האם המעגל שבו שלושת העומסים מחוברים יחד – מעגל המחובר למקור המתח – יהיה בתהודה?

בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט